

## **ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЦЕПТУ КОМБІКОРМУ ТА ЗАХОДІВ З ПІДГОТОВКИ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ**

Діордієв В.Т., к.т.н., професор,  
Кашкаръов А.О., аспірант\*.

Таврійський державний агротехнологічний університет,  
тел. (80619) 42-57-97

**Анотація** – в роботі розглянуті функціональні можливості сучасних програмних комплексів, що забезпечують аналіз і планування годівлі сільськогосподарських тварин, та основи їх поєднання із засобами підготовки компонентів комбікорму до подрібнення.

**Ключові слова** – оптимізація рецепту комбікормів, обробка компонентів хвилями надвисокої частоти, обробка компонентів інфрачервоним випромінюванням, обробка компонентів ультразвуком.

*Постановка проблеми.* Сьогодні існує багато програмних комплексів (ПК) для оптимізації раціонів, комбікормів і преміксів, що забезпечують аналіз і планування годівлі сільськогосподарських тварин (Рецепт-плюс, Корал; ВНИИКПv5.0, Agridata, Bestmix, Format, Agrosoft, Bropti) [9, 10, 12-14]. Розробка і застосування програмних продуктів подібного роду дозволяє керувати підприємством на професійному рівні, вчасно одержуючи інформацію про прогнозований і фактичний стан технологічного процесу, визначення і використання резервів, які приховані у недосконалої традиційних підходів використання підготовки компонентів до подрібнення.

*Аналіз літературних джерел.* За допомогою ПК є можливість враховувати безліч факторів (рис. 1) і оцінювати їхній вплив на результуючий розрахунковий рецепт комбікорму, економічні наслідки відхилення від плану витрати кормів, аналізувати комбікорму економічними показниками годівлі:

- прибуток
- рівень рентабельності
- вартість виробленої продукції
- оплата корму продукцією

Крім автоматизації процесів аналізу і планування годівлі, окремі модулі дозволяють:

– розрахувати потенційну продуктивність тварин по контрольних вимірах фактичної продуктивності і фактичних раціонів;

---

\* науковий керівник – к.т.н., професор Діордієв В.Т.



Рис. 1. Оптимізація і комплексний аналіз комбікормів. Базові алгоритмічні положення

– розрахувати докорм тварин підвищеної продуктивності; розрахувати зміст амінокислот у кормах по сирому протеїні;

– виконати калькуляцію ціни комбікормів і преміксів, собівартості виробленої продукції; зробити прогноз удоїв корів на дату годівлі за даними контрольних чи доїнь очікуваним річним удоєм.

Існуючі системи орієнтовані на використання привізної кормової бази, тобто виробництво і використання компонентів кормів розділені, і існують як самостійні блоки. У зв'язку з цим дані ПК до деякої міри не відповідають вимогам фермерських господарств України, що мають велику частку власної кормової бази [2].

Більшість ПК при складанні рецептів комбікормів і подальшої його оптимізації використовують симплекс-метод, що має свій недолік: прийняте рішення знаходиться на граничних ділянках (рис. 2) [1, 4].

Візуально це можна побачити при використанні теорії множин [8]. Склад компонентів, які складають множину  $X$ , котрі відповідають  $j$ -му показнику відповідного критерію  $P_j$  будуть складати множину  $A_k$  :

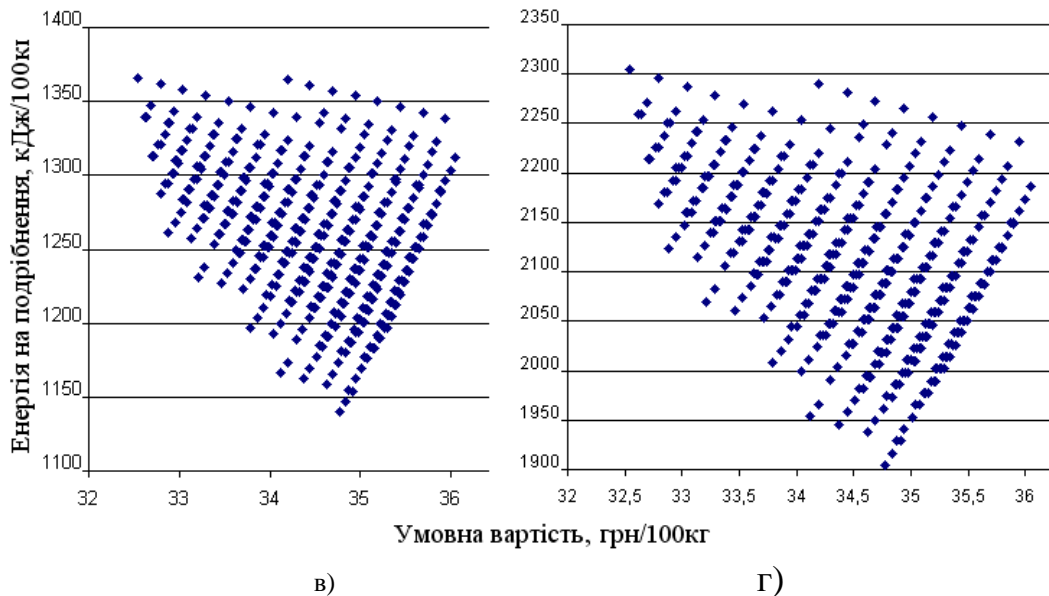


Рис. 2. Графічне відображення результатів розрахунку можливих рецептів комбікормів, що задовольняють умовам вибору по поживності при кратності здрібнювання при кроці зміни порції в 1 кг: 3 (в) і 4 (г).

$$\{A_k \in X_i \mid \sum_{i=1}^n c_{ij} \cdot X_i = P_j\}, \quad (1)$$

де  $c_{ij}$  – коефіцієнт, який враховує вміст речовини  $j$  у  $i$ -у компоненті.

Загальний рецепт буде містити однакові елементи множин  $A_k$ , що задовольняють умовам за енергетичними показниками і формують множину рецептів  $S$ .

$$S \in A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_k. \quad (2)$$

Таким чином, на рисунку 2 зображене графічне відображення множини рецептів  $S$ .

У результаті чого складений рецепт є не стабільним за своєю поживністю і збалансованості і має високі сумарні витрати на подрібнення [8].

Щоб мінімізувати ресурсні витрати, необхідно практично в кожному конкретному випадку вивчати комплекс фізико-механічних, що характеризують поведінку об'єктів під дією механічних навантажень з боку робочих органів машин, і технологічних параметрів.

Розглянемо вплив властивостей компонентів на елементи технологічної лінії, у якій знаходяться норія, бункер, шнек, дробарка [11]:

– продуктивність норії:

$$Q_H = N \cdot V_K \cdot v_L \cdot j \cdot \gamma, \quad (4)$$

де  $N$  – число ковшів на 1 м довжини стрічки

$V_K$  – ємність ковша

$v_L$  – швидкість руху стрічки

$j$  – коефіцієнт заповнення ковшів

$\gamma$  – об'ємна маса матеріалу

- продуктивність шнека

$$Q_{\text{ш}} = k_3 \cdot k_p \cdot k_b \cdot k_v \cdot k_u \cdot \gamma \cdot V \cdot \frac{n}{60}, \quad (5)$$

- де  $k_3$  – коефіцієнт враховуючий спосіб завантаження;  
 $k_p$  – коефіцієнт враховуючий спосіб розвантаження;  
 $k_b$  – коефіцієнт враховуючий кут нахилу шнека;  
 $k_v$  – коефіцієнт використання об'єму між вітками;  
 $k_u$  – швидкість переміщення матеріалу в кожусі;  
 $V$  – обсяг матеріалу на довжині одного витка;  
 $n$  – частота обертання;

- дробарка. Розглядати дробарку, у даному контексті, як окремий елемент не вірно. Зерно з позиції об'єкта дроблення є складною сировиною, що зв'язано з особливостями його структури. Відомо, що окремі анатомічні частини зерновки мають різні фізичні, хімічні характеристики, що, у даному випадку, виражається різними міцністними властивостями [1, 6].

Виходячи з основного закону подрібнення (6) бачимо, що робота, яка витрачається на подрібнення має дві складові: робота яка йде на подолання пружних деформацій та на утворення нових поверхонь.

$$A_T = C_v \cdot \lg \lambda^3 + C_s \cdot (\lambda - 1), \quad (6)$$

- де  $C_v$  – відображає роботу пружних деформацій при подрібненні 1 кг зернових компонентів (визначається експериментально);  
 $C_s$  – відображає роботу, яка витрачається на утворення нових поверхонь при подрібненні 1 кг зернових компонентів (визначається експериментально);  
 $\lambda$  - кратність подрібнення.

- пропускна здатність бункерів залежить від швидкості витікання матеріалів:

$$Q_{\text{б}} = \pi \cdot \lambda \cdot R^2 \cdot \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R} \cdot \gamma, \quad (7)$$

- де  $\lambda$  - коефіцієнт витікання, що залежить від властивостей насипного вантажу;

$g$  – прискорення вільного падіння;

$R$  – гідравлічний радіус отвору витікання;

*Формування цілей статті.* Очевидно, що на продуктивність транспортних і накопичувальних елементів технологічної лінії об'ємною масою компоненту, при його відповідності агротехнічним вимогам, можна знехтувати. Значно більше уваги необхідно приділити процесу підготовки компоненту до подрібнення та подрібненню підготовленої сировини, тому що зростає кількість робіт, в яких досліджується підготовка компонентів перед дробленням. В цих роботах, як правило, ставилася задача про визначення змін кормових цінностей продукту [3, 5, 7], а зміна режиму роботи дробарки стає побічним ефектом, який необхідно враховувати при автоматизації технологічного процесу.

*Основна частина.* При створенні технологічних процесів, що дозволяють одержати максимальну якість готових продуктів при мінімальних ресурсних витратах, необхідно практично в кожному конкретному випадку вивчати цілий комплекс фізико-механічних параметрів, що характеризують об'єкт та його реакцію на механічні навантаження з боку робочих органів машин і агрегатів. Повною мірою це відноситься і до процесів подрібнення. На даний процес також впливає і природа оброблюваного матеріалу. Зерно з позиції об'єкта подрібнення є складною сировиною, що зв'язано з особливостями його структури. Відомо, що окремі анатомічні частини зерна мають різні фізичні, хімічні характеристики, мають властивими їм міцнісні властивості.

Один з напрямків, що забезпечує виробництво комбікормів підвищеної засвоюваності і санітарної чистоти, - вологотеплова обробка (ВТО) окремих видів сировини і продукції з них. Так, завдяки ВТО досягається підвищення перетравності вуглеводного комплексу зернової сировини в результаті гідролізу крохмалю і перетворення частини його в більш прості з'єднання – декстрини і цукри. Термообробка зерна пшениці при інфрачервоному (ІЧ) опроміненні (мікронізація) та у полі надвисокої частоти (НВЧ) призводить до зміни цих характеристик.

На рис. 3 та рис. 4 приведені криві подрібнення вихідних зразків пшениці з вологістю 12,0%; 14,0; 16,0 і 18,0%, а також оброблених на ІЧ-установці при температурах 110 °С, 120 °С, 130 °С и 140°С (на прикладі зерна з вологістю 12,0%) [5].

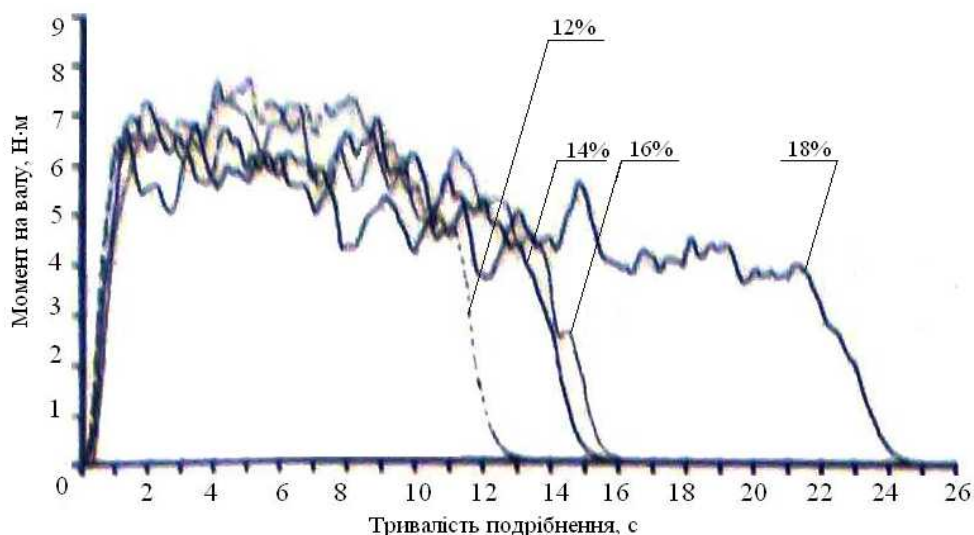


Рис. 3. Криві подрібнення зразків пшениці при змінній вологості.

Аналіз кривих подрібнення дозволяє зробити наступні висновки:

- із збільшенням вихідної вологості пшениці в інтервалах 12,0 - 18,0% істотно зростає тривалість дроблення з 13 до 25 с. Значення максимального моменту, що крутить, при цьому міняється незначно (у межах 6,8-7,6 Н·м) (рис. 1);

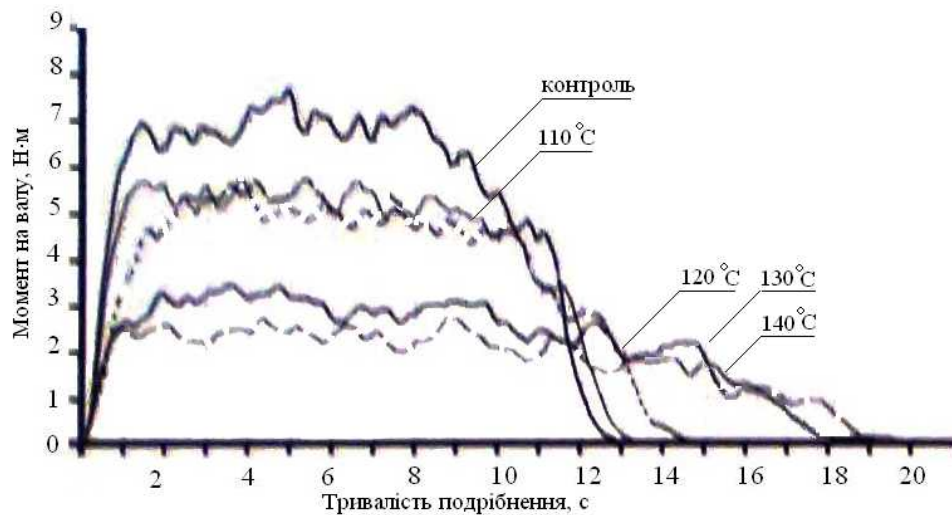


Рис. 4. Криві подрібнення пшениці вологістю 12% при різних температурах ІЧ-обробки зразків.

- у зразках пшениці, що пройшли стадію мікронізації у порівнянні з вихідними зразками, знижується величина максимального моменту, що крутить з 7,7 Н·м до 2,8-5,8 Н·м для проби з вологістю 12,0 %. Тривалість здрибнювання в залежності від режимів ІЧ-обробки не змінюється.

Беззаперечний є вплив не хімічний склад компонентів комбікорму при НВЧ [3], що не може не змінити їх механічні властивості. Але це питання не вивчене у достатній мірі.

Обробка матеріалу в ультразвуковому полі теж дає результати які вимагають детального вивчення. Є дослідження які вказують на суттєвий вплив на процес подрібнення компонентів.

Так при експериментальному подрібненні зерна ячменю вологістю 14% питома енергоємність процесу була на 25-30% меншою порівняно з варіантом переробки зерна молотковою дробаркою без попередньої обробки ультразвуком. Коефіцієнт варіації фракційного складу продуктів подрібнення при цьому знижується на 8-12% [7]. Недоліком експериментальної установки є той факт, що обробка матеріалу здійснювалась у окремому пристрої, який безпосередньо з'єднаний із дробаркою. Тому після обробки зерно, яке має еластичні та пружні властивості як об'єкт, може частково відновлювати свої механічні властивості.

Нами були проведений пробний експеримент з метою визначення впливу ультразвуку на тривалість подрібнення та фракційний склад при безпосередньому введенні у зону першого удару молотків дробарки по зерну пшениці.

При проведенні експерименту використовувалась проба ємністю 1 л (850г). Тривалість подрібнення визначалась як час за який струм привідного електродвигуна знижувався до величини холостого ходу. Експериментальні данні приведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Експериментальні дані впливу ультразвуку на подрібнення зерна при безпосередньому введенні у зону першого удару молотків дробарки по зерну

Характеристики проби	Фракційний склад, %				Тривалість подрібнення, с
	2,5	1,5	1	0	
Решето 4 мм					
Контроль	23,9	58,0	17,9	0,2	20
У полі ультразвуку (18 кГц)	16,2	59,7	23,4	0,7	15
Решето 2,5 мм					
Контроль (2,5 мм)	0,8	55,0	44,0	0,2	29
У полі ультразвуку (18 кГц)	0,6	50,9	48,1	0,3	26

При дослідженні спостерігалось зниження струму навантаження електродвигуна.

У подальшому необхідно визначити вплив ультразвукового поля на різних частотах при змінній вологості зерна на його подрібнення, та порівняти витрати електричної енергії на створення цього поля та приводу електричного двигуна.

*Висновки.* Оптимізувати склад рецепту і витрати на технологічну підготовку сировини, зокрема, на здрібнювання - робота не проста. Одержання позитивного результату не гарантовано, тому що сумарна економія засобів від застосування традиційного способу оптимізації складу комбікорму і з урахуванням витрат на підготовку компонентів до здрібнювання і власне здрібнюванням можуть бути настільки не значні, що застосування останнього методу буде не доцільним. Це обумовлено тим, що, можливо, витрати на підготовку компонентів і здрібнювання будуть порівнянні чи навіть вище, ніж витрати на непідготовлене здрібнювання. З огляду на те, що питання безпеки комбікормової сировини зараз актуальні, тим більше для виробництва комбікормів в умовах господарств, де немає ліній гранулювання, а підготовка компонентів виконується методами, що також є незаражуючими, то збільшення енерговитрат на подрібнення буде виправдане. Облік впливу фізико-механічних властивостей дозволить погодити параметри і режими роботи елементів технологічних ліній, а це потенційне підвищення ефективності роботи технологічної лінії за рахунок зменшення енергетичних затрат на привід робочих машин та їх інтенсивного використання.

#### Література

1. Діордієв В.Т., Василичин Р.В., Кашкръов А.О. Енергозбереження на етапі складання рецептів комбікормів// Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Вип. 7, том 1. – Мелітополь ТДАТА, 2007. – С 26-33.
2. Діордієв В.Т., Кашкаръов А.О., Діордієва Р.М. Автоматизація малогабаритних комбікормових установок в умовах фермерських

господарств// Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Вип. 43. – Мелітополь-ТДАТА. – 2006. – С. 65-72.

3. Изотова А.И., Шварц Л.Э. О влиянии СВЧ-обработки на качество некоторых кормовых продуктов//Зерновое хозяйство.–2003.–№4.–С 23-25.

4. Кашкаръов А.О. Про ефективність складання рецептів комбікормів// Вісник степу. Науковий збірник. – Вип. 4. – Кіровоград: Кіровоградський інститут агропромислового виробництва УААН, 2007. – С 123-126.

5. Крикунова Л.Н., Стребкова О.С., Гернет М.М. Исследование процесса измельчения ИК-обработанного зерна пшеницы//Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. - № 5. – с. 34-36.

6. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. - Л.: Колос, 1976.- 560 с.

7. Патент Украины № 58596, А23L 3/30. Способ измельчения зерна молотковой дробилкой и установка для его осуществления/ И.И. Ревенко, С.И. Козупиця.–№ 2000127169. Заявл. 13.12.2000. Опубл. 17.06.2002, Бюл.№6.

8. Пискунов Н.С. Дифференциальные и интегральные исчисления для втузов, т.1: Учебное пособие для втузов. – 13-е изд. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 432 с.

9. <http://nespal.cpes.peachnet.edu>

10.<http://www.adifo.com>

11.<http://www.belama.com>

12.<http://www.oaovniikp.ru>

13.<http://www.korall-agro.ru>

14.<http://www.mcxa.hausnet.ru>

## USE OF PROGRAM COMPLEXES OF OPTIMIZATION OF THE RECIPE OF MIXED FODDER AND WAYS OF PREPARATION OF COMPONENTS FOR CRUSHING

V. Diordiev , A. Kashkarov

### *Summary*

**In the article written about of functionalities of modern program complexes which provide the analysis and planning of feeding of agricultural animals, and bases of their association with means of preparation of components mixed fodder to crushing.**